动 物 学 研 究 2005, Jun. 26 (3): 279-286 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

夏季舍饲散养环境下三个发育期小尾寒羊的行为差异

臧 强[1], 赵亚军[2,*], 李保明[1,2,*], 施正香[1], 韩 晶[1]
(1. 中国农业大学 农业建筑与环境工程系, 北京 100083;
2. 中国农业大学 农业部设施农业生物环境工程重点开放实验室, 北京 100083)

摘要: 为提高规模化舍饲养羊系统中舍内环境和动物福利水平, 有必要建立动物行为量化指标体系作为一种良好操作性的反馈评价工具。2003年夏季, 在内蒙古赤峰市郊区一个规模化舍饲养羊场, 对小尾寒羊3个生理发育期(羔羊、怀孕母羊和哺乳母羊)的个体行为作了连续观察和记录。结果表明: (1) 小尾寒羊个体行为谱主要由饮食、反刍、休息和运动4种行为构成, 各占总观察时间的29.18%、28.37%、31.51%和10.21%, 而其他行为合计时间仅占0.71%。3个发育期小尾寒羊饮食、反刍、休息和运动的持续时间均有极显著差异(Kruskal-Wallis H tests, $P<0.001$)。(2) 3个发育期小尾寒羊反刍和休息时有躺卧和站立两种姿势, 选择躺卧姿势的时间显著多于站立姿势(Wilcoxon test, $P<0.001$)。(3) 怀孕母羊在一天中温度明显变化(21~23、25~27、29~31 ℃)时, 选择躺卧行为的比例分别是31.03%、75.00%、97.13%, 三者差异显著(Friedman test, $P<0.05$)。(4) 日温在27~31 ℃(12: 00~17: 00)时, 怀孕母羊在通风较好、且无室外阳光照射的区域躺卧的比例从66%上升到83%, 选择其他区域躺卧的比例从31%下降到14%, 两个区域躺卧个体数差异显著(McNemar test, $P<0.0001$)。以上结果说明, 不同生理阶段小尾寒羊的个体行为时间分配具有明显差异; 夏日环境温度对小尾寒羊的行为及其姿势选择有显著效应, 而且影响怀孕母羊对躺卧区选择的喜好。提示, 小尾寒羊舍饲散养系统提供的分异环境是导致羔羊与成体羊显现不同行为时间格局的原因之一, 怀孕母羊作出高温回避的自然反应的前提是要有适宜容量的个体空间, 这是设施养殖生产管理者应该考虑的。

关键词: 小尾寒羊; 舍饲散养系统; 个体行为; 动物需求; 羔羊; 怀孕母羊; 哺乳母羊
中图分类号: S826; Q958.1 **文献标识码**: A **文章编号**: 0254-5853 (2005) 03-0279-08

Behavioral Differences of the Chinese Little Fat-tailed Sheep in Three Growth Phases in the Loose Housing System in Summer

ZANG Qiang[1], ZHAO Ya-jun[2,*], LI Bao-ming[1,2,*], SHI Zheng-xiang[1], HAN Jing[1]
(1. Department of Agricultural Structure & Bioenvironmental Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;
2. Key Laboratory of Agricultural Bio-Environmental Engineering Ministry of Agriculture, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to evaluate indoor environment and animal welfare in the housing of sheep, it is necessary to establish a quantified behavioral data of sheep as feedback. Individual behaviors of the Chinese little fat-tailed sheep in three growth phases (lambs, pregnant and lactating ewes) were observed and recorded on a sheep farm in Inner Mongolia in summer, 2003. Data processing showed: (1) Behavioral patterns in duration from observed samples (9 in each group) were made up of: time spent in eating and drinking 29.18%, in rumination 28.37%, in resting 31.51%, in locomotion 10.21%, and in others 0.71% including environmental investigation, being alarmed or startled, and social interaction. Individually behavioral durations of three growth phases showed significant difference in durations with respect to intake and drinking, rumination, resting, and locomotion respectively (Kruskal-Wallis H tests, $P<0.001$). (2) Results of posture choice of the sheep in different growth phases show that time spent in lying for rumination or resting was significantly more than time spent standing by lambs, pregnant and lactating ewes respectively (Wilcoxon test, $P<0.001$). (3)

收稿日期: 2004-11-11; 接受日期: 2005-02-23
基金项目: 教育部高等学校优秀青年教师教学科研奖励计划资助项目 (2001187); 科技部重大技术标准专题子专题资助项目 (2002BA906A17-01)
* 通讯作者(Corresponding author), 地址: 100083 北京市清华东路17号中国农业大学东区67信箱, E-mail: libm@cau.edu.cn or yajunzhao1@263.net

The counts data of animal behaviors in three levels of temperature showed that on average 31.3% of individuals were lying for rumination and resting at 21 - 23 ℃, 75% at 25 - 27 ℃, 97.13% at 29 - 31 ℃ in houses of pregnant ewes. This is a significant effect of temperature on number of pregnant ewes lying on floor of the houses (Friedman test, $P < 0.05$). (4) Our data of counts of the pregnant ewes selecting space in lying on floor in the houses from 12:00 to 17:00 at temperature ranging 27 - 31 ℃, showed that there was significant differences in individuals selecting between A-zone (places naturally ventilated well and without sun shining) and B-zone (places exposed to the sun) (McNemar test, $P < 0.0001$). Many of the ewes increasing from 66% to 83% selected A-zone, whereas a few of the other ewes decreasing from 31% to 14% selected B-zone during observed period. Our results indicate that the behavioral patterns of sheep in the loose housing systems react to the physiological needs at different growing phases, and to environmental impact factors such as temperature and housing space. The study suggests that to establish a quantitative index profile of the sheep behaviors for a feedback review tool may be helpful to enhance the design of production processes and building layout and environment for loose housing systems.

Key words: Chinese little fat-tailed sheep; A loose housing system; Individual behavior; Animal needs; Lamb; Pregnant ewe; Lactating ewe

我国的绵羊拥有量在世界上一直名列前茅，而2003年的世界粮农组织统计数字显示我国以1.4亿只已经位列世界第一。放牧养羊对我国的草地承载力影响很大，草原生态环境日益恶化。为遏止传统的放牧饲养对天然草场的依赖和掠夺式利用，禁牧舍饲势在必行。禁牧舍饲是我国发展可持续畜牧业的一项新措施，目前正在我国逐步开始推行。

羊的舍饲养模式尚处于探索阶段，其规模和管理水平远不及猪、鸡、牛等畜禽动物。舍饲会带来饲养密度过大的负效应；而且由于采用栓系、围栏以及漏缝地板等工程设施，使得饲养环境相对单调，抑制了羊在放牧条件下的行为表现（Petherick & Rushen, 1997），而出现啃吃异物、相互撕咬、咳嗽等异常行为（Ou et al, 2003）。舍内环境设置提供的个体空间面积即空间容量（space allowance）（Gonyou et al, 1985; Fisher et al, 1997）若不能满足寒羊对空间占有量的需求，则使正常的个体行为得不到完全展现（Das, 2001）。同时，环境调控技术不到位，极易导致舍内潮湿和大量微生物繁殖，使得羊的发病率大幅度上升，给动物健康和生产力带来不利影响（Demiroren et al, 1995; Sevi et al, 1999）。近年来，如何从生产模式和羊舍建筑设施设计上为羊提供舒适的居住和活动环境，满足其行为学特性和其他生物学特点的需求，已经引起畜牧养殖与环境工程、动物行为与福利等领域专家的关注（Berge, 1997; Armstrong & Pajor, 2001; Ronchi & Nardone, 2003; Hovi et al, 2003; Lund & Algers, 2003）。

动物需求指数（animal needs index, ANI）主要用以对畜牧动物舍饲系统中动物福利水平的评定和分级（Bartussek, 1999）。该体系中有5项内容都与动物行为有关。实际上，建筑环境中羊行为的正常与否，可以直观地反映动物对环境的需求和应激（Palestrini et al, 1998）。而行为指标可通过直接观察和自动监测获得的数据来建立，相对于生理和病理指标简单易行且对羊的干扰甚少，又能反映与生理等内在指标的关系（Palestrini et al, 1998）。以往，绵羊的行为研究主要集中在放牧或半放牧饲养方式下（Hughes & Duncan, 1988; Luginbuhl et al, 1989; Moyano et al, 1992; Han, 1993; Nguluve & Muir, 1999），对全舍饲方式下的报道相对较少（Das et al, 1999; Palestrini et al, 1998），尤其在国内仅有一些初步报道（Zhou et al, 1997; Ou et al, 2003），更无对小尾寒羊个体行为与舍饲环境关系的研究报道。

小尾寒羊（Chinese little fat-tailed sheep）为我国培育的肉裘兼用的绵羊（*Ovis aries*）地方品种，是世界上具有常年发情和多胎性的高繁殖率的品种之一（Chu et al, 2002; Liu et al, 2003），是适合我国北方发展规模化舍饲养羊产业的宝贵品种资源。本文对规模化舍饲养羊场的小尾寒羊个体行为进行了连续观察，研究不同发育期个体行为时间分配格局的差异，以及夏季高温对小尾寒羊行为及其怀孕母羊躺卧区选择的影响，试图为建立科学的舍饲养羊工艺模式以满足羊的生物学特点、行为需要并提高羊的福利提供有用的行为学量化指标。

1 材料与方法

1.1 研究地点、时间、羊舍和饲养管理

内蒙古赤峰市位于41°17′N、116°21′E，属于中温带大陆性季风气候区，夏季平均气温18～23℃，极端最高气温多在7月下旬出现。

本研究于2003年7月1日—8月28日在该市郊区一个年存栏2万只的规模化养羊场进行。由于阴天和下雨等影响，并根据往年气象资料推断，7月25日—8月10日是2003年本地区平均温度持续最高的时段，因此我们选择该时段来研究夏季高温对舍饲寒羊的行为和躺卧区选择的影响。

全场共有40余栋羊舍。每栋羊舍均为43 m×9.6 m、砖混结构、双坡屋顶的有窗式封闭舍。舍内地面铺砖，沿四周墙壁设置食槽，靠窗户自然通风。每栋羊舍前面均有43 m×30 m、三合土地面的运动场，运动场内有水槽和花坛（图1)。运动场周围有围墙，羊只能在舍内和运动场上这两个区域内自由活动。

该羊场采用全年舍饲散养模式,即为在舍内不设置隔栏（stall）及拴系设施限制其活动。寒羊的日常活动在舍内及舍外运动场可以自由展现（Zang et al, 2003)。每日定时（4：50、10：50、17：30）饲喂，定期换水。每天早晨人工清粪1次，每5 d用百毒沙、过氧乙酸等对羊舍消毒一次。

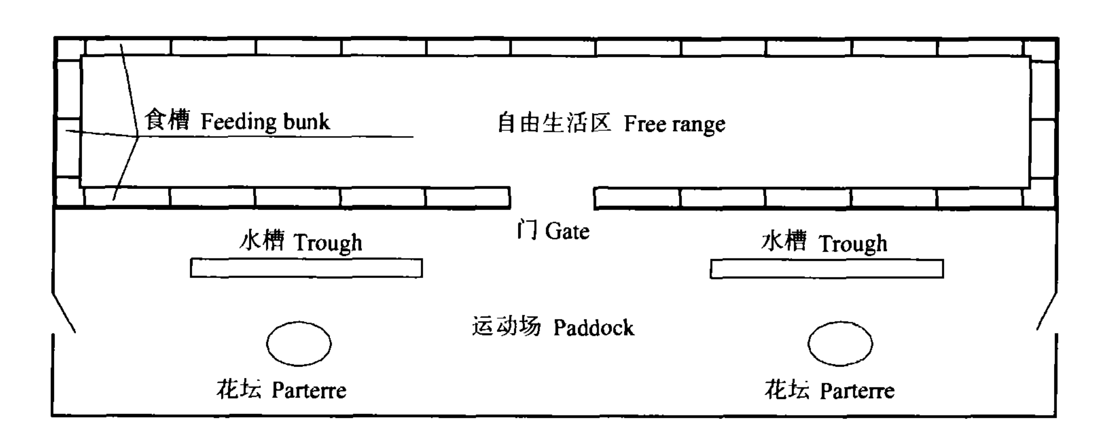


图1 小尾寒羊羊舍平面布置示意图

Fig. 1 Horizontal plane view of Chinese little fat-tailed sheep house

生产管理流程为：人工授精，计划配种，成批量产羔；并按动物生理阶段进行分类组群、周转和日粮配置，即把断奶羔羊、怀孕母羊和哺乳母羊分群分舍饲养。

1.2 观测动物

小尾寒羊断奶龄为2个月左右，妊娠期(148.6±1.93) d，常年发情。育种场母羊平均产羔率为286.5%，年产1.8胎，经产母羊产羔率为304.4%（Chu et al，2002；Liu et al，2003)。该羊场采用2年3胎的生产周期。

随机挑选出断奶羔羊舍、怀孕母羊舍、哺乳母羊舍各一个作为观察系统，其羊群数量分别为115(3月龄)、87（经产母羊，怀第2胎)、107只（经产母羊，已产第2胎，哺乳仔为1月龄)；并从中选择体重和年龄相近的健康寒羊各9只，组成3组观察样本。对观察个体的背部和尾部剪毛作临时标记以便于观察，观察对象仍与其他舍群混群饲养。

1.3 行为观测与记录方法

预观察实验3 d，以建立羊的行为谱，也让寒羊与观察者有一个熟悉适应的时间。正式观察时，观察者与目标寒羊保持一定距离，以不干扰寒羊行为为宜。观察时间为4：50至20：00。采用目标取样和行为记录连续记录相结合的方法，3个观测者同时对3组观察样本进行观测，并用手持式多功能时间记录仪（SJ-2 Event Recorder） (Jiang，2000，2002）记录个体的有关行为变量的时间和频次（表1)。每个样本共有7 d连续观测的重复。

为研究寒羊对舍内环境高温的行为反应，在4栋怀孕母羊舍中（每舍87只怀孕母羊）观察和计数在（22±1)、(26±1）和（30±1)℃时每栋舍寒羊选择躺卧行为的个体数，每个温度水平观察记录4次，每刻钟计数1次躺卧个体数。并且观察怀孕母羊躺卧时对舍内空间位置的喜好：躺卧喜好区定义为舍内近门窗处、通风较好且无阳光直接照射的区域，非喜好区为墙角且阳光能照射到的范围。每天12：00至17：00。每刻钟观察1次，每小时观察4次，记录每个区域的躺卧寒羊数以及非躺卧数。

1.4 温度测量

实验期间舍内温度用日本产THERMO RECORER RS-11温湿度传感器测量。行为观测期间每1小

表 1 小尾寒羊的主要行为变量及其描述

Tab. 1 Observed behavioral variables and its description of the Chinese little fat-tailed sheep

行为变量 Behavioral variable	描述 Description
饮食 Intake & drinking	包括采食和饮水，记录其时间和频次
反刍 Rumination	各种姿势下反刍的时间和频次
休息 Resting	躺卧式休息以及站立式闭目休息，以及躺卧姿势和躺卧的舍内舍外位置
运动 Locomotion	舍内舍外的游走、跑、跳、登高等行为的时间和频次
环境探究 Investigation around	主动地四周观望、嗅闻空气等行为及其姿势的频次和时间
警觉反应 Being alarmed or startled	由突然声响引起的不自觉或本能的惊恐反应动作和表情，如休息中突然被惊醒而迅速转动身体，以抬头或扭头姿势以观望，伴有短暂的竖耳静听姿势动作
社交 Social interactions	社会探究（靠近、凝视、嗅闻另一个体）、相互修饰、相互嬉戏、追逐与争斗等行为频次和时间；哺乳母羊抚育行为频次和时间（注：哺乳母羊在休息时被动地由羔羊吮吸乳头的行为时间和频次，仍计入其休息中；寒羊休息时聚群扎堆行为，仍然计入其休息行为中。）

时采集 1 次数据，连续测量 7 d。所有传感器均用铝箔作防辐射处理，事先用标准温度计标定。温湿度传感器的测量范围为 -20～80 ℃和 10%～95%，测量精度分别为 ±0.3 ℃和 ±3%。

1.5 数据处理

将 SJ-2 Event Recorder 记录的小尾寒羊行为变量数据均量化为时间（单位为分钟）和频次，并在计算机上通过 SPSS11.0（SPSS Inc.，1989 - 2001）软件包对这些数据指标进行统计处理：①以非参数独立多组样本秩检验（Kruskal Wallis H test）分析羔羊、怀孕和哺乳母羊 3 个发育期个体行为时间差异的显著性；以非参数独立两组样本秩检验（Mann-Whitney U test）比较分析小尾寒羊每两个观察组个体间行为时间差异的显著性；②用非参数关联两组样本秩检验（Wilcoxon test）分析小尾寒羊对反刍、休息行为中的站立和躺卧姿势选择；③用非参数关联多组样本秩检验（Friedman test）分析舍内温度水平对怀孕母羊躺卧行为个体数的影响；④用非参数关联多组样本符号检验（Cochran test）比较寒羊躺卧在喜好区、非喜好区及非躺卧的个体数分布的差异，并以非参数关联两组样本符号检验（McNemar test）分析寒羊对舍内躺卧区喜好的选择。本文中所有行为时间数据结果均以 7 d 重复测量的平均值 ± 标准误表示。

2 结果与分析

2.1 不同生理发育期小尾寒羊个体行为时间分配的差异

舍饲散养系统中，在羔羊、怀孕母羊和哺乳母羊 3 个生理发育期，小尾寒羊个体在饮食、反刍、休息和运动的持续时间均有极显著差异（Kruskal-Wallis H test，$P < 0.0005$）（表 2），而环境探究、警觉反应、社交时间等其他的个体行为合计时间上无显著差异（Kruskal-Wallis H test，$P > 0.05$）。3个

表 2 3 个发育期小尾寒羊个体主要行为的时间差异（平均值 ± 标准误，min）

Tab. 2 Individually behavioral patterns in durations (Mean ± SE, min) of the Chinese little fat-tailed sheep in three growth phases

		饮食 Intake & drinking	反刍 Rumination	休息 Resting	运动 Locomotion	其他 Other[1]
羔羊 Lamb（$n=9$）		306.72 ± 8.65^a	309.44 ± 8.78^a	225.88 ± 8.02^a	61.83 ± 4.19^a	6.11 ± 0.48^a
怀孕母羊 Pregnant ewe（$n=9$）		246.78 ± 6.30^b	248.56 ± 7.33^b	317.67 ± 7.62^b	91.00 ± 4.17^b	6.00 ± 0.49^a
哺乳母羊 Lactating ewe（$n=9$）		243.06 ± 8.80^b	216.61 ± 9.13^c	316.67 ± 12.86^b	125.89 ± 10.16^c	7.22 ± 0.55^a
总计 Sum		265.52 ± 7.23	258.20 ± 8.84	286.74 ± 10.34	92.91 ± 6.67	6.44 ± 0.33
Kruskal Wallis H test	df	2	2	2	2	2
	H	15.328^{***}	19.605^{****}	16.273^{***}	17.540^{***}	3.551

$^{***}P < 0.001$；$^{****}P < 0.0001$ [对 3 个发育期的个体行为时间进行 Kruskal Wallis H test（Kruskal Wallis H test for individually behavioral patterns in durations in three growth phases）]。

表中同列数据上标的相异字母表示两两发育期之间的行为时间差异显著（Different superscripts within the same column show significant differences in durations of the same behaviors between the growth phases）（Mann-Whitney U test，$P < 0.05$）。

[1]其他是指环境探究、警觉反应、社交等行为变量时间的总和（Other refers to a summation in duration made from other behaviors of the sheep including investigation around, being alarmed or startled by a sudden noise, and social interaction）。

发育期小尾寒羊饮食、反刍、休息和运动各占总观察时间的 29.18%、28.37%、31.51%和 10.21%，而其他行为合计时间仅占到 0.71%（表 2），且显著少于前 4 种行为（Wilcoxon Signed Ranks test，$P < 0.0001$）。可见小尾寒羊个体行为谱主要由饮食、反刍、休息和运动 4 种行为构成。所以，不同发育期小尾寒羊个体行为差异是显著的。

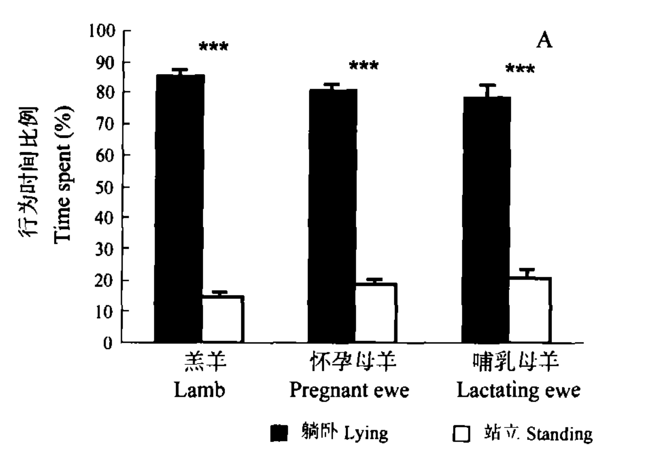
比较每两个发育期小尾寒羊个体行为的时间差异，其中：饮食时间，羔羊极显著大于怀孕母羊和哺乳母羊（Mann-Whitney U test，均 $P < 0.001$），而后两者之间差异不显著（$P > 0.05$）；反刍时间，羔羊 > 怀孕母羊 > 哺乳母羊，且羔羊与怀孕母羊、哺乳母羊差异极显著（均 $P < 0.001$）、怀孕母羊与哺乳母羊差异显著（$P < 0.05$）；休息时间，羔羊 < 哺乳母羊 < 怀孕母羊，且羔羊与怀孕母羊、哺乳母羊差异均极显著（均 $P < 0.001$），而后两者之间差异不显著（$P > 0.05$）；运动时间，羔羊 < 怀孕母羊 < 哺乳母羊，且羔羊与怀孕母羊、羔羊与哺乳母羊、怀孕母羊与哺乳母羊差异极显著（均 $P < 0.01$）；其他行为花费时间均无差异（$P > 0.05$）（表 2）。

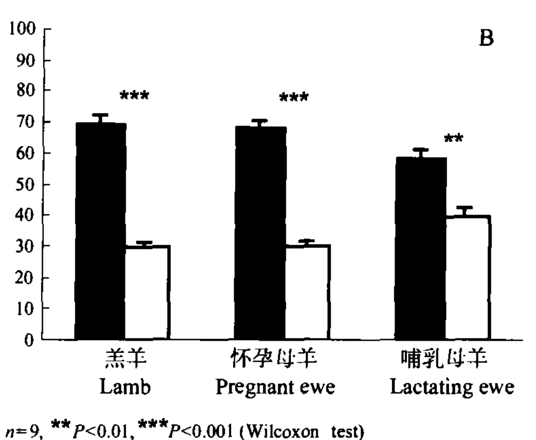
2.2 行为姿势的选择

小尾寒羊反刍时有躺卧和站立两种姿势（未见走动反刍）。羔羊、怀孕母羊和哺乳母羊均是躺卧反刍时间显著多于站立反刍（Wilcoxon test，均为 $P < 0.001$）（图 2A）。羔羊的躺卧反刍时间极显著多于怀孕母羊和哺乳母羊（Mann-Whitney U test，均 $P < 0.001$），但站立反刍，各发育期之间差异不明显（$P > 0.05$）。结果提示，躺卧是反刍行为所采取的主要姿势。

小尾寒羊休息也有躺卧和站立两种姿势。羔羊、怀孕母羊、哺乳母羊均是躺卧休息时间极显著多于站立休息时间（Wilcoxon test，$P < 0.001$，$P < 0.001$，$P < 0.01$）（图 2B）。怀孕母羊躺卧休息时间极显著多于羔羊（Mann-Whitney U test，$P < 0.001$），而其他两两之间均无显著差异（$P > 0.05$）。

2.3 个体行为与环境温度的关系





■ 躺卧 Lying　□ 站立 Standing　$n=9$, $^{**}P<0.01$, $^{***}P<0.001$ (Wilcoxon test)

图 2　羔羊、怀孕母羊和哺乳母羊对反刍（A）及休息（B）行为的姿势选择

Fig. 2　Posture choice of lambs, pregnant and lactating ewes for rumination (A) and resting (B)

2.3.1 行为的日变化　羔羊、怀孕母羊和哺乳母羊的饮食时间比较集中，在 5：00 和 11：00 均出现饮食高峰。但在 15：00 以后，羔羊的饮食高峰与成体羊错开（图 3A）。每次饲喂后，持续摄食时间最长，平均达 80 min 左右。每小时的饮食花费时间与温度变化无显著的相关关系。

反刍主要集中在 8：00～10：00 及 13：00～16：00 两个时段，似乎与温度升高有关，但两者无显著相关；羔羊、怀孕母羊和哺乳母羊的反刍高峰不太吻合（图 3B）。

在 12：00～17：00 舍内环境温度保持在 27～31 ℃，是夏日当中的高温时段（图 3）。成体羊在此时段内基本没有花费多少时间用于饮食，而反刍行为主要以躺卧姿势为主（图 2）。因此，躺卧是成体羊对高温的主要行为反应。在 29～31 ℃高温时段，一栋怀孕母羊舍中 87 只动物有 97.13%的个数选择躺卧行为来适应高温环境（表 3）。

2.3.2 在高温时间段怀孕母羊对躺卧区喜好的选择　在 12：00～17：00 期间，舍内温度达到 27.6 ℃时，65.52%怀孕母羊选择在舍内近门窗处等通

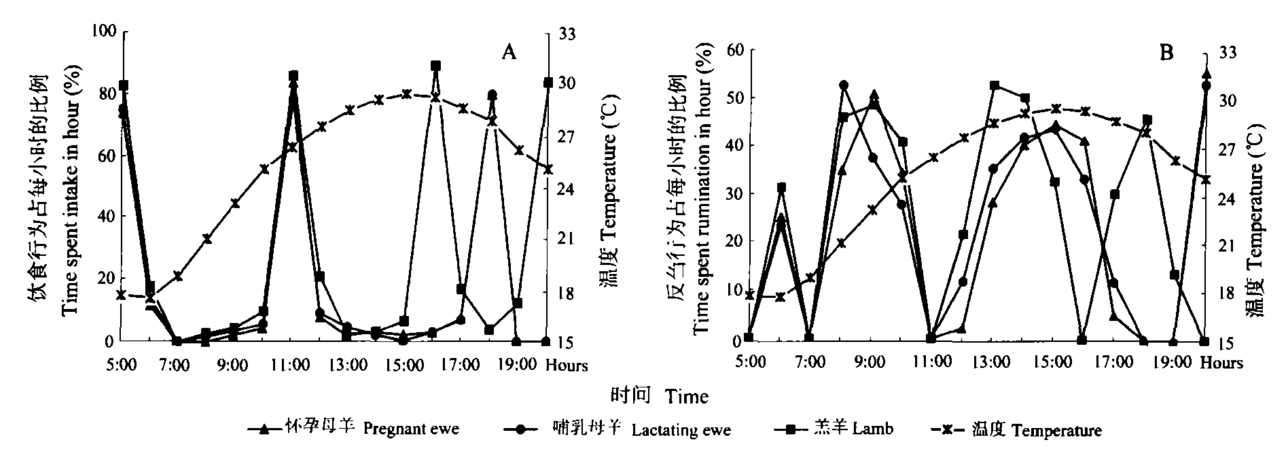


图3 羔羊、怀孕母羊和哺乳母羊饮食行为（A）及反刍（B）的日变化

Fig. 3 Time spent in intake (A) and rumination (B) varying with observing hours of lambs, pregnant and lactating ewes ($n = 9$)

表3 怀孕母羊舍中温度与寒羊躺卧行为反应的关系

Tab. 3 Relation of environment temperature and lying behavior of pregnant ewes in the house

温度 Temperature (℃)	躺卧率 Percent of ewes lying (%)	Friedman test			
		n^*	χ^2	*df*	*P*
22 ± 1	31.03 ± 1.24				
26 ± 1	75.00 ± 1.96	4	8.00	2	0.018
30 ± 1	97.13 ± 0.74				

* 观察的4栋舍中各有87只怀孕母羊 (There were 87 pregnant ewes in each of four houses observed).

表4 高温时段怀孕母羊对躺卧区的选择

Tab. 4 Lying areas selected by pregnant ewes during high temperatures

时刻 Time	温度 Temperature (℃)	A区躺卧率 Percent of ewes lying in A-zone (%)	B区躺卧率 Percent of ewes lying in B-zone (%)	非躺卧率 Percent of ewes not lying (%)	Cochran test		McNemar test
					Cochran's *Q*	*df*	χ^2
12: 00	27.6	65.52 ± 5.13^a	31.03 ± 4.99^b	3.45 ± 1.97	81.33****	2	28.03
13: 00	28.7	68.97 ± 4.99^a	27.58 ± 4.82^b	3.45 ± 1.97	87.47****	2	34.03
14: 00	29.5	74.71 ± 4.69^a	22.99 ± 4.54^b	2.30 ± 1.62	100.29****	2	43.02
15: 00	30.1	82.76 ± 4.07^a	13.79 ± 3.72^b	3.45 ± 1.97	122.35****	2	58.02
16: 00	29.3	80.46 ± 4.28^a	18.39 ± 4.18^b	1.15 ± 1.15	114.52****	2	52.02
17: 00	28.1	75.86 ± 4.61^a	22.99 ± 4.54^b	1.15 ± 1.15	103.10****	2	44.02

A区指舍内门口、近窗户等通风较好且无室外阳光照射的区域 (A-zone refers to places naturally ventilated well and without sun shining, close to door, window)；B区指墙角及舍外光能照射到的范围 (B-zone refers to places at corners, and exposed to the sun)。

**** $P < 0.0001$ [对寒羊在A、B区的躺卧率及非躺卧率三者之间的差异进行Cochran test分析 (Cochran test for percent of ewes lying in A-zone, in B-zone, and not lying)]；

表中同行数据右上角的不同字母表示同一高温时段怀孕母羊对A和B区躺卧喜好的差异显著 (Different superscripts within the same row show significant differences in preference of the ewes lying in for A-zone to B-zone at the same temperature) (McNemar test, $P < 0.0001$)。

风较好、且无室外阳光照射的区域躺卧（反刍或休息）；31.03%选择在其他区域躺卧，两者差异极显著（McNemar test，$\chi^2 = 28.03$，$P < 0.0001$），另有3%处于非躺卧姿势，这三者差异也极显著（Cochran test，Cochran's $Q = 81.33$，$P < 0.0001$）（表4）。当舍内温度达到30.1 ℃时，82.76%选择近门窗处区域躺卧，13.79%选择在其他区域躺卧，两者差异极显著（McNemar test，$\chi^2 = 58.02$，$P < 0.0001$），另有3%的个体处于非躺卧姿势，这三者差异也极显著(Cochran test, Cochran's $Q = 122.35$, $P < 0.0001$)(表4)。不论在哪个区域，躺卧的寒羊均都一一分散开，休息时侧躺且肢体充分伸展。因此，大多数选择躺卧在舍内近门窗处等通风较好当且无室外阳光照射的区域，即躺卧喜好区。

3 讨 论

3.1 不同生理发育期个体行为时间分配的差异

该舍饲散养系统中，3个发育期的小尾寒羊个体行为（饮食、反刍、休息和运动）的持续时间差异显著，这说明行为适应于不同生理发育期的活动特征（Nas et al，1999；Nas，2001）。在本实验中小尾寒羊饮食、反刍、休息所占的时间次序与舍饲波尔山羊的观察结果（Ou et al，2003）基本一致。

在本次实验中羔羊的饮食时间和次数显著多于怀孕母羊和哺乳母羊，可能与羔羊采食粗饲料能力和消化能力弱有很大关系；由于羔羊相对好动等特点，其休息时间显著较少。怀孕母羊躺卧时间最长，有可能与其处于妊娠期有关。本研究说明，在规模化舍饲环境下，不同生理发育期小尾寒羊个体行为存在显著差异，反过来证明了生产过程中分群分舍饲养的合理性。

3.2 高温时间段对躺卧区喜好的选择

躺卧是小尾寒羊反刍与休息行为所采取的主要姿势，这与前人对波尔山羊和Muzaffarnagari等品种研究的结果是一致的（Zhou et al，1997；Nas et al.，1999）。我们还观察到，在环境温度超过27 ℃时成体羊的行为主要表现为选择躺卧姿势来反刍或休息，很可能说明，躺卧是成体羊对高温的主要行为反应。

小尾寒羊具有耐寒怕热的特点，夏季高温是导致绵羊应激反应的主要因子。本文研究表明，环境温度对躺卧区域选择及躺卧姿势有很大影响。随着舍内温度的升高，选择躺卧喜好区的寒羊逐渐增多。为减少高温的影响，并有利于散热，躺卧的寒羊均都一一分散开来，且肢体充分伸展。

舍内面积大小和羊群大小即饲养密度，以及体型大小制约着寒羊的空间容量（Das，2001）。本研究显示，怀孕母羊舍内环境设置为每个体提供的空间面积（空间容量）为3.36 m^2，至少可以满足它们分散躺卧的平均空间需求。同样的躺卧时间，会因为躺卧环境不合适，会经常改变躺卧位置或采用不同的躺卧姿势，从而影响休息和睡眠质量。当然，寒羊的空间容量也受到建筑成本和单舍饲养成本的制约。这提示我们要权衡这些关系，并通过采用合适的饲养工艺模式以及工程设施配套，为寒羊提供合适的躺卧环境。

当然，躺卧姿势受到突然声响的干扰而变更。除此之外的躺卧姿势变更，可能与地面铺垫以及圈舍环境卫生条件有关。

3.3 建 议

Casamassim et al（2001）对一种Comisana绵羊品种的母羊在舍饲散养与半放牧条件下的行为、生理和产奶量的对比实验结果显示，两种条件对动物福利的影响无显著差异。很可能说明舍饲散养模式较之舍饲栓系限位模式更有利于增加动物福利，从而最大限度地满足动物的行为需求。当然，评价某种环境中的动物福利还需要有更好的手段。虽然在农场动物（也可能适合所有圈养动物）福利研究中提出来的动物需求指数，已经显示出一定的可操作性，但还只能算作半定量化的指标。绵羊的舍饲规模化养殖本身是一个新鲜事物，我们认为应从行为学基础做起，建立关键的行为指标参数，结合已有的生理指标、营养指标、生产指标以及环境指标等来建立直接或间接函数关系，在此基础上才可能建立一个较理想的定量化的动物需求指标体系。当然，实现这一目标还要做相当多的工作。不过，能在加强舍饲建筑环境设计及动物饲养管理工作中考虑动物行为指标正是朝着这一方向迈进的新的一步。因此，我们认为羊的行为观察数据是监测和评价羊舍建筑环境和动物健康与福利的一种很有用的指标，而建立一种细化的实时动态监测记录大群动物个体行为的软硬件系统则将会提高研究和管理绵羊舍饲养殖的水准。

致谢：中国科学院动物研究所研究员蒋志刚博士惠赠行为记录仪SJ-2 Event Recorder为本研究的行为记录提供了便利，美国孟菲斯大学（University of Memphis）机械工程系助理教授、本实验室客座教授齐刚博士阅读了英文摘要并提出了修改意见，在此一并致谢。

参考文献:

Armstrong JD, Pajor EA. 2001. Changes in animal welfare need to maintain social sustainability [A]. In: Stowell RR, Bucklin R. Bottcher RW. Livestock Environment Ⅵ: Proceeding of the Sixth International Symposium [C]. Michigan: American Society for Agricultural Engineers. 1-14.

Bartussek H. 1999. A review of the animal needs index (ANI) for the assessment of animals' well-being in the housing systems for Austrian proprietary products and legislation [J]. *Livest. Prod. Sci.*, **61** (2-3): 179-192.

Berge E. 1997. Housing of sheep in cold climate [J]. *Livest. Prod. Sci.*, **49** (2): 139-149.

Casamassima D, Sevi A, Palazzo M, Ramacciato R, Colella GE, Bellitti A. 2001. Effects of two different housing systems on behavior, physiology and milk yield of Comisana ewes [J]. *Small Rumin. Res.*, **41** (2): 151-161.

Chu MX, Wang JZ, Wang AG, Li N, Fu JL. 2002. Genetic polymorphisms of five microsatellite loci in small tailed Han sheep [J]. *Acta Genetica Sinica*, **29** (6): 502-506. [储明星, 王吉振, 王爱国, 李 宁, 傅金恋. 2002 小尾寒羊五个微卫星基因座遗传多态性研究. 遗传学报, **29** (6): 502-506.]

Das N. 2001. Factors influencing the inactive behaviours of stall-fed sheep under experimental conditions [J]. *Small Rumin. Res.*, **42** (1): 39-47.

Das N, Maitra DN, Bisht GS. 1999. Genetic and non-genetic factors influencing ingestive behavior of sheep under stall-feeding conditions [J]. *Small Rumin. Res.*, **32** (2): 129-136.

Demiroren E, Shrestha JNB, Boylan WJ. 1995. Breed and environmental effects on components of ewe productivity in terms of multiple births, artifical rearing and 8-month breeding cycles [J]. *Small Rumin. Res.*, **16** (3): 239-249.

Fisher AD, Crowe MA, Kiely P, Enright WJ. 1997. Growth, behaviour, adrenal and immune responses of finishing beef heifers housed on slatted floors at 1.5, 2.0, 2.5 or 3.0 m^2 space allowance [J]. *Livest. Prod. Sci.*, **51** (3): 245-254.

Gonyou HW, Stookey JM, McNeal LG. 1985. Effects of double decking and space allowance on the performance and behavior of feeder lambs [J]. *J. Anim. Sci.*, **60** (5): 1110-1116.

Han GD. 1993. A comparative study of grazing behavior of sheep in rotational and seasonal continuous grazing systems [J]: *Grassland of China*, **2**: 1-4.

Hughes BO, Duncan IJH. 1988. The notion of ethological need, model of motivation and animal welfare [J]. *Anim. Behav.*, **36** (6): 1696-1707.

Hovi M, Sundrum A, Thamsborg SM. 2003. Animal health and welfare in organic livestock production in Europe: Current state and future challenges [J]. *Livest. Prod. Sci.*, **80** (1): 41-53.

Jiang ZG. 2000. Behavior coding and ethogram of the Pere David's Deer [J]. *Acta Theriol. Sin.*, **20** (1): 1-12. [蒋志刚. 2000. 麋鹿行为谱及 PAE 编码系. 兽类学报, **20** (1): 1-12.]

Jiang ZG. 2002. Methods for animal research [A]. In: Jiang ZG. Field Methods for Natural Conservation [M]. Beijing: China Forestry Publishing House. 147-181. [蒋志刚. 2002. 行为研究方法. 见: 蒋志刚. 自然保护野外研究技术. 北京: 中国林业出版社. 147-181.]

Liu SF, Jiang YL, Du LX. 2003. Studies of BMPR-IB and BMP15 as candidate genes for fecundity in little tailed Han sheep [J]. *Acta Genetica Sinica*, **30** (8): 755-760. [柳淑芳, 姜运良, 杜立新. 2003. BMPR-IB 和 BMP15 基因作为小尾寒羊多胎性能候选基因的研究. 遗传学报, **30** (8): 755-760.]

Luginbuhl JM, Poud KR, Burns JC, Russ JC. 1989. Eating and ruminating behavior of steers fed coastal Bermuda grass hay at four levels [J]. *J. Anim. Sci.*, **67** (12): 3410-3418.

Lund V, Algers B. 2003. Research on animal health and welfare in organic farming: A literature review [J]. *Livest. Prod. Sci.*, **80** (1): 55-68.

Moyano JJC, Moyano TJ, Vera VA. 1992. Effect of light and temperature on rumination, resting and grazing of Merinos [J]. *Archivos de Zootecnia*, **41** (1): 27-39.

Nguluve D, Muir JP. 1999. Growth rates of fat-tailed sheep tethered or free on range compared to free in a Leucaena leucocephala pasture [J]. *Livest. Res. Rural. Dev.*, **11** (2): (http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd11/2/muir112.htm)

Ou YX, Wang J, Liu JL, He JL, Zhao TB. 2003. Study on the behaviour of Boer goat in shelter feeding [J]. *Ecol. and Domes. Anim.*, **24** (3): 17-22. [欧阳熙, 王 杰, 刘剑良, 何积良, 赵太白. 2003. 波尔山羊舍饲行为观察研究. 家畜生态, **24** (3): 17-22.]

Palestrini C, Ferrante V, Mattiello S, Canali E, Carenzi C. 1998. Relationship between behavior and heart rate as an indicator of stress in domestic sheep under different housing systems [J]. *Small Rumin. Res.*, **27** (2): 177-181.

Petherick JC, Rushen J. 1997. Behavior restriction [A]. In: Appleby MC, Hughes BO. Animal Welfare [M]. Wallingford: CAB International. 89-105.

Ronchi B, Nardone A. 2003. Contribution of organic farming to increase sustainability of Mediterranean small ruminants livestock systems [J]. *Livest. Prod. Sci.*, **80** (1): 17-31.

Sevi A, Massa S, Annicchiarico G, Dell SA, Muscio A. 1999. Effect of stocking density on ewes milk yield, udder health and microenvironment [J]. *J. Dairy Res.*, **66** (4), 489-499.

Zang Q, Li BM, Shi ZX, Liu LC. 2003. Studies on the housing scattered rearing system for scaled sheep farms [A]. In: Li BM. Innovation and Development on Animal Husbandry Engineering Technology [M]. Beijing: China Agricultural Technology Publishing House. 64-71. [臧 强, 李保明, 施正香, 刘丽春. 2003. 规模化舍饲养羊新工艺模式初探. 见: 李保明. 畜牧工程科技创新与发展. 北京: 中国农业科学技术出版社. 64-71.]

Zhou ZQ, Wu HP, Chen XQ. 1997. Behaviors and habits of Boer goat in pen-keeping condition [J]. *Journal of Gansu Agricultural University*, **32** (2): 129-134. [周占琴, 武和平, 陈小强. 1997. 舍饲条件下的布尔山羊行为习性. 甘肃农业大学学报, **32** (2): 129-134.]